

## **Hydraulisches Steuersystem für Baumaschinen, insbesondere für Bagger**

Die Erfindung betrifft ein hydraulisches Steuersystem für Baumaschinen, insbesondere zur Steuerung von hydraulischen Verbrauchern eines Baggers, gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

Bekannt aus dem Stand der Technik ist ein Load-Sensing-System (LUDV) mit proportionaler Förderstromabsenkung für alle hydraulischen Verbraucher, wenn der durch die Pumpe bereitgestellte Hydraulikfluidvolumenstrom nicht zur Versorgung aller hydraulischen Verbraucher ausreicht. Diese Regelstrategie wird durch Druckwaagen umgesetzt, die in Bezug zum Steuerschieber nachgeschaltet angeordnet sind. Mittels der Druckwaagen wird die Druckdifferenz über der verbraucherseitigen A-B-Steuerkante konstant und damit lastunabhängig gehalten.

Ein weit verbreitetes hydraulisches Steuersystem ist auch das Negative-Flow-Control (NFC). Hierbei führt die Steuerschieberauslenkung zu einer Reduzierung des Volumenstroms im open-center-Kanal und damit zu einer Absenkung des am Negative-Flow-Control-Ventils genutzten Steuervolumenstroms. Im Negative-Flow-Control-Ventil wird die Änderung des Steuervolumenstroms in eine Druckdifferenz gewandelt, die als Steuersignal zur Pumpenregelung genutzt wird. Im Gegensatz zu den Load-Sensing-Systemen erfolgt keine Lastkompensation durch Druckwaagen.

Im Stand der Technik ist des Weiteren aus der Patentschrift DE 23 64 282 C3 das Bedarfssteuerungssystem (PMSIII) bekannt. Kennzeichnend für dieses Steuersystem ist, dass die Pumpen bei steigendem Steuerdruck auf ein größeres Verdrängungsvolumen gemäß dem „Positiv-Control-Prinzip“ eingestellt

werden. Dabei verringert sich der Querschnitt der pumpenseitigen Steuerkanten C1 und C2, wobei der Fluidvolumenstrom vor diesen Steuerkanten C1 und C2 angestaut wird. Gleichzeitig beginnen sich die verbraucherseitigen Steuerkanten A und B zu öffnen, wodurch sowohl der Lastdruck der Verbraucher wie auch der durch die Steuerkanten C1 und C2 aufgebaute Systemdruck auf die Lasthalteventile wirken, bis der Systemdruck die Lasthalteventile öffnet, so dass der Fluidvolumenstrom über die sich vergrößernden Querschnitte der verbraucherseitigen Steuerkanten A und B fließen kann.

Nach der Gegenüberstellung der in der Praxis am meisten angewendeten Steuersysteme für Baumaschinen wird deutlich, dass gemäß des referierten Bedarfssteuerungssystems (PMSIII) mittels der 8/3-Wege-Steuerschieber und der entsprechenden Blockstruktur ein Verbraucher ohne zusätzliche Komponenten mit einem Fluidvolumenstrom versorgt werden kann, der sich durch die blockinterne Summierung von zwei Pumpen ergibt. Daneben gestattet die Blockstruktur durch die Verwendung von zwei Pumpen, mit denen seriell die Steuerschieber mit Hydraulikfluid beaufschlagt werden, dass auf einfache Weise mit zwei, in Verbindung mit dem Schwenkenkreis sogar mit drei, verschiedenen Systemdrücken operiert werden kann. Ein weiterer nicht zu unterschätzender Vorteil liegt darin begründet, dass durch die parallele Ansteuerung der beiden Pumpen und Steuerschieber verschiedene Systemabstimmungen erzielt werden können, die in Abhängigkeit des Einsatzes der Baumaschine oder des Kundenwunsches zu sehr unterschiedlichem Maschinenverhalten führen. Dadurch, dass die einzelnen hydraulischen Funktionen nicht lastdruckkompensiert angesteuert werden, bleibt für den Bediener jederzeit das Gefühl für den Grabprozess erhalten.

Die hydraulische Entkopplung der einzelnen Funktionen erfolgt zudem auf einfachem Wege mittels der C-Steuerkanten der Steuerschieber, die bei An-

steuerung bzw. Auslenkung der Steuerschieber die Pumpenkanäle hubabhängig verschließen. Ferner werden auch keine ventilartigen Druckwaagen benötigt, was zum einen energetisch effizient ist und zum anderen zu einem einfach aufgebauten hydraulischen Steuersystem führt.

Trotz dieses ausgereiften Steuersystems gemäß dem Patent DE 23 64 282 C3 ergeben sich einige Missstände, die in der Natur der Hauptsteuerblockarchitektur liegen. Beispielsweise haftet der Reihenschaltung von Steuerschiebern in Verbindung mit den C-Kanten der Nachteil an, dass gegebenenfalls Verbraucher unterversorgt werden. Insbesondere bei denen in der Mitte des Hauptsteuerblocks angeordneten Steuerschiebern besteht die Gefahr, dass die von diesen Steuerschiebern mit einem Hydraulikfluid unterversorgten Verbraucher in der ihr zugedachten Aufgabe beschränkt werden. Diese z. T. eingeschränkte Versorgung von Verbrauchern wird zusätzlich noch von der begrenzten Steuerbarkeit von Optionen oder Zusatzfunktionen ergänzt, insbesondere für den Bedarfsfall eines definierten Volumenstroms. In der Vergangenheit musste mit Inbetriebnahme einer Zusatzfunktion, wie z. B. einer Fräse oder einer Magnetanlage, ein definierter Volumenstrom mittels Fixierung einer der beiden Hauptpumpen auf ein definiertes Verdrängungsvolumen eingestellt werden. Dadurch wurde das übrige hydraulische System in seinem Funktionsumfang stark eingeschränkt, da eine der beiden Hauptpumpen nur exklusiv dieser Zusatzfunktion zur Verfügung stand.

Eine stirnseitige Erweiterung des bisherigen Hauptsteuerblocks durch sogenannte Sandwich-Elemente für Sonderfunktionen ist technisch nicht möglich. Die Einbindung von Sonderfunktionen muss daher mit zusätzlichen Ventilen und Verschlauchungen vorgenommen werden, was zu nicht unerheblichem technischen Aufwand und damit verbundenen Kosten führt.

Die Aufgabe der Erfindung besteht darin, ein hydraulisches Steuersystem zu entwickeln, mit dem die Nachteile der Reihenversorgung überwunden werden und eine bedarfsgerechte Versorgung der Verbraucher mit einem Hydraulikfluid bei gleichzeitiger Beibehaltung der Vorteile der einfachen internen Summierung von Pumpenvolumenströmen und der Möglichkeit mit verschiedenen Systemdrücken zu operieren ermöglicht wird. Eine weitere Aufgabe der Erfindung besteht zudem darin, den vorhandenen Hauptsteuerblock optional erweitern zu können, um weitere hydraulische Verbraucher ohne erheblichen konstruktiven Aufwand in das hydraulische Steuersystem einbinden zu können.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die Merkmale des Anspruchs 1 gelöst; die Unteransprüche zeigen weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung.

Überraschenderweise lässt sich diese komplexe und in ihrer Vielgestaltigkeit scheinbar unvereinbare Aufgabe dadurch lösen, indem zusätzlich zu den vorhandenen Pumpenkanälen P01 und P02, die die serielle Versorgung der hydraulischen Verbraucher mit einem Hydraulikfluid gewährleisten, parallel zu diesen angeordnete Pumpenkanäle P1 und P2 zur Sicherstellung einer Parallelversorgung der hydraulischen Verbraucher mittels der Steuerschieber des Hauptsteuerblocks der Baumaschine vorgesehen sind. Erfindungsgemäß ist zusätzlich zu einem ersten Brückenkanal ein zweiter Brückenkanal in jeder Sektion des Hauptsteuerblocks vorgesehen, der gemeinsam mit dem ersten Brückenkanal eine Ringbrücke bildet. Von den Pumpenparallelkanälen P1 und P2 kann der Ringbrücke ein zusätzlicher Volumenstrom zugemessen werden. Die Zumessung kann dabei in flexibler Weise durch verschiedene Ventilfunktionen realisiert werden, wie Drossel, Drosselrückschlagventil, Druckwaage etc.

Damit wird das vorhandene hydraulische Steuersystem dahingehend flexibel erweitert, dass nunmehr jeder Verbraucher mittels seines zugeordneten Steuerschiebers bedarfsgerecht hinsichtlich dem gewünschtem Volumenstrom versorgt wird, soweit es der installierte Maximalvolumenstrom der Maschine zulässt. Alle Verbraucher können simultan betrieben werden; im Fall des Einsatzes von Druckwaagen auch lastdruckkompensiert und unabhängig voneinander. Dies führt zu einem höheren Komfort und zu einer sichereren Betriebsführung. Unter Betriebsführung sind alle diejenigen Vorgänge zu verstehen, die der Bediener der Baumaschine unter Nutzung der hydraulischen Verbraucher, wie z. B. des Löffels, des Auslegers oder auch des Fahrens, vollzieht. Erfindungsgemäß erstrecken sich die zusätzlichen Pumpenkanäle P1 und P2 in Richtung der Längsachse des Hauptsteuerblocks parallel zu den vorhandenen Pumpenkanälen P01 und P02, wobei die Pumpenkanäle P1 und P01 durch eine erste Pumpe versorgt und die Pumpenkanäle P2 und P02 durch die zweite Pumpe versorgt werden. Damit versorgen die Pumpenkanäle P01 und P02 die hydraulischen Verbraucher in herkömmlicher Weise seriell und die Pumpenkanäle P1 und P2 die hydraulischen Verbraucher über die zugehörigen Steuerschieber zusätzlich parallel. Die erste Pumpe und die zweite Pumpe speisen damit jeweils einen Reihenkanal und einen Parallelkanal, nämlich die Pumpenkanäle P01 und P1 bzw. die Pumpenkanäle P02 und P2.

Der weiteren Ausführung wird vorangestellt, dass der Hauptsteuerblock aus einem monolithischen Gussgebilde oder aus mehreren miteinander gefügten gleichartigen Gussteilen bestehen kann. Unabhängig von der Fertigung des Hauptsteuerblocks ist der Hauptsteuerblock in mehrere Sektionen unterteilt, in denen jeweils ein Steuerschieber für einen Verbraucher angeordnet ist.

Unmittelbar nach dem Eintritt der druckbeaufschlagten Pumpenleitungen PL1 und PL2 in den Hauptsteuerblock verzweigen diese sich in die Pumpenkanäle

P01 und P1 bzw. P02 und P2. Alle Pumpenkanäle erstrecken sich in Richtung der Längsachse des Hauptsteuerblocks vom Eintritt in den Hauptsteuerblock bis zu einem Abschlusselement.

Die einzelnen zu einem Hauptsteuerblock aneinander gereihten und hydraulisch gekoppelten Sektionen mit 8/3-Wege-Steuerschiebern verfügen, wie in der Patentschrift DE 23 64 282 C3 offenbart, über jeweils einen ersten Brückenkanal, der die Pumpenkanälen P01 und P02 mit den verbraucherseitigen Steuerkanten A und B verbindet. Zusätzlich weisen die Steuerschieber-Sektionen erfindungsgemäß einen zweiten Brückenkanal auf, über die die 8/3-Wege-Steuerschieber und damit die verbraucherseitigen Steuerkanten A und B mittels der zusätzlichen Pumpenkanäle P1 und P2 mit dem Hydraulikfluid versorgt werden.

Diese beiden Brückenkanäle sind derart ringförmig angeordnet und hydraulisch miteinander gekoppelt, dass sie eine gemeinsame Ringbrücke ausbilden, aus der Volumenstrom für die verbraucherseitigen Steuerkanten A und B entnommen werden kann.

In Abhängigkeit von der Verwendung eines Steuerschiebers kann die Verbindung von den Pumpenkanälen P1 und P2 zur Ringbrücke optional ausgebildet sein durch Sperrventile und/oder Drosselrückschlagventile und/oder Druckwaagen und/oder Blindstopfen.

Nach der Konzeption der Erfindung kann der Hauptsteuerblock durch anflanschbare Optionsblöcke dahingehend erweitert werden, dass zusätzliche hydraulische Verbraucher oder Anbaugeräte in das hydraulische System eingebunden werden können, ohne eine kostenintensive und unvorteilhafte Zusatzverschlauchung vornehmen zu müssen. Die Optionsblöcke weisen die gleiche Kanalstruktur wie der Hauptsteuerblock auf. Die Anordnung der Optionsblöcke erfolgt zwischen der Abschlussplatte und dem Hauptsteuerblock,

der vorzugsweise die Grundfunktionen einer Baumaschine beinhaltet. Die Begrenzung des Volumenstroms des von einem Optionsblock versorgten hydraulischen Verbrauchers kann hierbei in besonders vorteilhafter Weise durch eine Hubbegrenzung der Steuerstange realisiert werden. Durch eine zweckmäßige Ausbildung der C-Steuerkanten der Steuerschieber im Hinblick auf den Querschnitt wird unmittelbar auf die Wirkung der zusätzlichen Pumpenkanäle auf das hydraulische Steuersystem Einfluss genommen.

In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung weist der Optionsblock eine herkömmliche Druckwaage auf. Mittels dieser Druckwaage kann ein gewünschter Volumenstrom für den an diesen Steuerschieber angeschlossen zusätzlichen Verbraucher lastdruckunabhängig bereitgestellt werden. Damit bleibt der vom Optionsblock versorgte Verbraucher von anderen hydraulischen Verbrauchern des Hauptsteuerblockes unbeeinflusst. Die Anordnung der Druckwaage kann wahlweise zwischen den Pumpenkanälen P1 und/oder P2 und dem ringförmigen Brückenkanal erfolgen.

Spezifische Anbaugeräte, wie z. B. Hydraulikhämmer, erfordern zu ihrer funktionsgemäßen Aufgabenerfüllung eine nahezu drucklose Rücklaufleitung zum Tank. Diesem Erfordernis wird dadurch Rechnung getragen, indem erfindungsgemäß ein steuerbares Hammerventil im Hauptsteuerblock angeordnet ist. Mit dieser bevorzugten Ausführungsform der Erfindung kann auf herkömmliche, extern angeordnete Zusatzventile und deren Verschlauchung zur Hammersteuerung weitestgehend verzichtet werden. Das Hammerventil weist eine Hauptstufe und eine Pilotstufe zu deren Ansteuerung auf, wobei die bei der Hauptstufe verwendeten Ventileinsätze aus Kosten- und Standardisierungsgründen mit denen der später beschriebenen Sperrventile identisch sind.

In Abhängigkeit der Ausrüstungsvariante der Baumaschine kann dieses Hammerventil funktionell sowohl dem Steuerschieber der Sektion 6 als auch dem Steuerschieber eines Optionsblockes zugeordnet werden.

Zur Lösung der Aufgabenstellung ist des Weiteren ein Summierventil vorgesehen, welches in einem Abschlusselement des Hauptsteuerblocks angeordnet ist. Mit diesem Summierventil kann im Bedarfsfall eine Vereinigung von Volumenströmen des in den Pumpenkanälen P1 und P2 strömenden Hydraulikfluids mit dem Ziel, diesen vereinigten Volumenstrom einem einzelnen hydraulischen Verbraucher zuzuführen, realisiert werden. Insbesondere Anbaugeräte, die mehr Volumenstrom zu ihrer Funktionserfüllung benötigen als von einer einzelnen Hydraulikpumpe bereitgestellt werden kann, können damit erfindungsgemäß versorgt werden.

Mit einer weiteren vorteilhaften konstruktiven Lösungsvariante, nämlich durch den Einsatz eines Überströmventils, kann der mittels der zweiten Pumpe über den Pumpenkanal P2 bereitgestellte Volumenstrom des Hydraulikfluids, der nicht von einem optionalen Verbraucher benötigt wird, dem Pumpenkanal P02 zur Verfügung gestellt werden. Das eingesetzte und festeingestellte Druckventil mit einem spezifischen Ansprechdruck realisiert als Pilotstufe das notwendige Druckniveau im Parallelkanal P2, so dass die zusätzlichen Funktionen in den Optionsblöcken mit erhöhter Priorität versorgt werden, bevor der restliche Volumenstrom dem hydraulischen Gesamtsystem im Pumpenkanal P02 zur Verfügung gestellt wird.

Das erfindungsgemäße hydraulische Steuersystem ist grundsätzlich als Zweidrucksystem ausgebildet, wobei die beiden parallel angeordneten Pumpen im Bedarfsfall derart hydraulisch zusammenwirken können, dass das hydraulische Steuersystem als Eindrucksystem mit einer Summierung der Volumenströme der ersten und zweiten Pumpe betrieben werden kann.



Es ist für den Fachmann nachvollziehbar, dass das erfindungsgemäße hydraulische System durch eine Kombination von Merkmalen einer Bedarfssteuerung und von Merkmalen einer aus dem Stand der Technik vorbekannten Load-Sensing-Steuerung gekennzeichnet ist. Da jede Pumpe einen vorhandenen Pumpenkanal und einen erfindungsgemäßen zusätzlichen Pumpenkanal mit Hydraulikfluid versorgt, kann folglich eine Doppelbeaufschlagung jedes Steuerschiebers mit Hydraulikfluid realisiert werden, was zu einer gewünschten Redundanz in Bezug auf die hydraulische Versorgung führt.

Die signifikanten Vorteile und Merkmale der Erfindung gegenüber dem Stand der Technik sind im Wesentlichen:

- Parallelversorgung der hydraulischen Verbraucher mit einem Hydraulikfluid mittels zweier zusätzlicher Pumpenkanäle P1 und P2,
- Anordnung eines zusätzlichen zweiten Brückenkanals, der zusammen mit dem ersten Brückenkanal eine Ringbrücke bildet und damit eine redundante Versorgung der hydraulischen Verbraucher mit einem Hydraulikfluid aus den Pumpenkanälen P01, P02, P1 und P2 sicherstellt,
- Kombination aus Merkmalen der Bedarfssteuerung und Merkmalen der Load-Sensing-Steuerung und damit Erhöhung der Flexibilität des hydraulischen Systems durch Verwendung von Lasthalteventilen, Druckdifferenzventilen, Druckminderventilen und Druckwaagen,
- Erweiterungsmöglichkeit des Hauptsteuerblocks durch Optionsblöcke, wobei durch eine Hubbegrenzung der Steuerstange der Volumenstrom

für den durch diesen Optionsblock versorgten Verbraucher begrenzt werden kann,

- Verwendung eines Überströmventils, um im Bedarfsfall den mittels der zweiten Pumpe über den Pumpenkanal P2 bereitgestellten Anteil an Volumenstrom des Hydraulikfluids, der nicht von einem optionalen Verbraucher benötigt wird, dem Gesamtsystem über den Pumpenkanal P02 zur Verfügung zu stellen,
- Verwendung eines Summierventil, um im Bedarfsfall eine Vereinigung von Volumenströmen des in den Pumpenkanälen P1 und P2 strömenden Hydraulikfluids zu gewährleisten und
- Verwendung eines steuerbaren Hammerventils zur drucklosen Rückführung des Hydraulikfluids, wobei das Hammerventil innerhalb des Hauptsteuerblockes angeordnet ist, um zusätzliche Ventile oder Verschlauchung einzusparen.

Verschiedene Lösungen und Vorteile der Erfindung erschließen sich dem Fachmann des Weiteren aus der folgenden detaillierten Beschreibung einer bevorzugten Ausführungsform mit Bezug auf die anliegenden Zeichnungen; in diesen zeigen:

- Fig. 1:       hydraulische Grundstruktur des Hauptsteuerblocks,  
Fig. 2:       Detaildarstellung der Sektion Steuerschieber-Löffel,  
Fig. 3:       Detaildarstellung der hydraulischen Grundstruktur des Hauptsteuerblocks mit der Sektion 6 und Druckwaage, mit Überströmventil, mit integriertem Hammerventil, Detaildarstellung eines

Optionsblockes mit einer Druckwaage und Lastdruckbegrenzung sowie eine Detaildarstellung der Abschlussplatte mit einem Summierventil,

- Fig. 4: Detaildarstellung eines Optionsblocks unter Verwendung einer Druckwaage,
- Fig. 5: Detaildarstellung des Hauptsteuerblockes unter Verwendung eines Überströmventils,
- Fig. 6: Detaildarstellung der Abschlussplatte unter Verwendung eines Summierventils und
- Fig. 7: Detaildarstellung des Hauptsteuerblockes unter Verwendung eines integrierten Hammerventils.

Fig. 1 illustriert die hydraulische Grundstruktur des erfindungsgemäßen hydraulischen Steuersystems 1. Der allgemein mit dem Bezugszeichen 2 gekennzeichnete Hauptsteuerblock umfasst, wie beispielhaft dargestellt, sechs Sektionen 3, einen Optionsblock 11 sowie ein Abschlusselement 14, die hydraulisch und mechanisch miteinander zu einem massiven Block verbunden sind. Innerhalb der Sektionen 3 und des Optionsblockes 11 sind verschiebbare Steuerschieber 19 angeordnet, mit denen die einzelnen hydraulischen Verbraucher mit Hydraulikfluid versorgt werden. Orthogonal zu den Steuerschiebern 19 sind die vorhandenen Pumpenkanäle P01 17.1 und P02 17.2 ausgebildet, die sich in Richtung der Längsachse des Hauptsteuerblocks 2 erstrecken. In diesen Pumpenkanälen 17.1, 17.2 strömt das mittels der nicht dargestellten Pumpen 5 druckbeaufschlagte Hydraulikfluid zu den Steuerschiebern 19. Erfindungsgemäß erstrecken sich die zusätzlichen Pumpenkanäle P1 17.3 und P2 17.4 in Richtung der Längsachse des Hauptsteuerblocks 2 parallel zu den vorhandenen Pumpenkanälen P01 17.1 und P02 17.2, wobei die Pum-

- 12 -

pumpkanäle P1 17.3 und P01 17.1 durch eine erste Pumpe 5.1 versorgt und die Pumpenkanäle P2 17.4 und P02 17.2 durch eine zweite Pumpe 5.2 versorgt werden. Damit versorgen die Pumpenkanäle P01 17.1 und P02 17.2 die nicht dargestellten hydraulischen Verbraucher 18 in herkömmlicher Weise seriell und die Pumpenkanäle P1 17.3 und P2 17.4 die hydraulischen Verbraucher 18 über die zugehörigen Steuerschieber 19 zusätzlich parallel. Die erste Pumpe 5.1 und die zweite Pumpe 5.2 speisen damit jeweils einen Reihengang und einen Parallelgang, nämlich die Pumpenkanäle P01 17.1 und P1 17.3 bzw. die Pumpenkanäle P02 17.2 und P2 17.4. Nach dem Eintritt der druckbeaufschlagten Pumpenleitungen PL1 20.1 und PL2 20.2 in den Hauptsteuerblock 2 verzweigen sich diese in die Pumpenkanäle P01 17.1 und P1 17.3 bzw. P02 17.2 und P2 17.4. Alle Pumpenkanäle 17 erstrecken sich in Richtung der Längsachse des Hauptsteuerblocks 2 vom Eintritt in den Hauptsteuerblock 2 über den Optionsblock 11 bis hin zu einem Abschlusselement 14. Die Kanalstruktur in jeder Sektion 3 ist nahezu identisch, d.h. alle Sektionen 3 weisen gleichartige Durchbrüche zur Ausbildung der Pumpenkanäle 17 auf. Die Versorgung jedes Steuerschiebers 19 mit Hydraulikfluid erfolgt, wie in Fig. 2 detaillierter dargestellt, über einen ersten Brückenkanal 6.1, der zwei Lasthalteventile 24 aufweist. Mittels des Steuerschiebers 19 wird, wie für jeden Fachmann nachvollziehbar, eine gewünschte Stellung der öffnenden Pfade des 8/3-Wege-Ventils erzielt. Für den Fall einer erhöhten Bedarfsabnahme durch die beiden äußeren Steuerschieber 19 steht gegebenenfalls nicht mehr ausreichend Hydraulikfluid für die Steuerschieber 19 der innenliegenden Sektionen 3 zur Verfügung. Erfindungsgemäß sind deshalb zwei zusätzliche Pumpenkanäle P1 17.3 und P2 17.4 vorgesehen, die sich parallel zu den vorhandenen Pumpenkanälen P01 17.1 und P02 17.2 in der Längsachse des Hauptsteuerblocks 2 erstrecken. Neben der Ausbildung dieser Pumpenkanäle

P1 17.3 und P2 17.4 weist jede einzelne Sektion 3 einen Durchbruch für jeden Kanal 17.3, 17.4 auf, so dass eine Verbindung zum Brückenkanal 6.2 gegeben ist.

Fig. 2 zeigt eine Detaildarstellung einer Sektion 3 des Hauptsteuerblocks 2, beispielhaft für den Steuerschieber 19 des nicht dargestellten hydraulischen Verbrauchers 18 Löffelzylinder. Die Sektion 3 umfasst mindestens einen Steuerschieber 19 mit seinen verbraucherseitigen Steuerkanten A und B 21, zwei Brückenkanäle 6.1, 6.2, zwei Lasthalteventile 24, ein Drosselrückschlagventil 7, einen Blindstopfen 8 und zwei Sekundärdruckbegrenzungsventile 10.

Gemäß dieser Darstellung ist der vorhandene erste Brückenkanal 6.1 rechts vom Steuerschieber 19 und der erfindungsgemäße zweite Brückenkanal 6.2 links vom Steuerschieber 19 angeordnet. Beide Brückenkanäle 6.1, 6.2 sind derart zueinander angeordnet, dass sie gemeinsam eine Ringbrücke 6 ausbilden. Die vorhandenen Pumpenkanäle P01 17.1 und P02 17.2 sowie der Steuerschieber 19 mit seinen verbraucherseitigen Steuerkanten A und B 21 sind in einer ersten gedachten Ebene angeordnet, die in der dargestellten Figur vertikal ausgerichtet ist. Die beiden zusätzlichen Pumpenkanäle P1 17.3 und P2 17.4 sind in einer zweiten gedachten Ebene angeordnet, die parallel zu der ersten Ebene ausgerichtet ist. Die Pumpenkanäle P1 17.3 und P01 17.1 sind spiegelsymmetrisch zu den Pumpenkanälen P2 17.4 und P02 17.2 in Bezug auf eine Spiegelachse angeordnet, die orthogonal zu der ersten und zu der zweiten Ebene ausgerichtet ist.

Zur gattungsmäßigen Funktionserfüllung ist der erste Brückenkanal 6.1 mit den Pumpenkanälen P01 17.1 und P02 17.2 sowie mit den verbraucherseitigen Steuerkanten A und B 21 des Steuerschiebers 19 der Sektion 3 und der erfindungsgemäße zweite Brückenkanal 6.2 mit den Pumpenkanälen P1 17.3

und P2 17.4 sowie ebenfalls mit den verbraucherseitigen Steuerkanten A und B 21 des Steuerschiebers 19 der Sektion 3 hydraulisch gekoppelt. Folglich kann der Steuerschieber 19 zur Versorgung z. B. des Löffelzylinders durch die Pumpenkanäle P01 17.1, P02 17.2 und P1 17.3 mit Hydraulikfluid beaufschlagt werden. Der Blindstopfen 8 verschließt in der dargestellten Figur den Pumpenkanal P2 17.4.

Der erste Brückenkanal 6.1 weist zwei Lasthalteventile 24 auf, währenddessen im zweiten Brückenkanal 6.2 jeweils ein Drosselrückschlagventil 7 und ein Blindstopfen 8 angeordnet sind. Es ist für den Fachmann ersichtlich, dass die Sekundärdruckbegrenzungsventile 10 auf der Verbraucherseite des Steuerschiebers 19 platziert sind. Die Sperrventile 16 verschließen in dieser Anordnung die nicht näher gekennzeichneten Verbraucherkanäle A und B derart, dass keine weiteren extern angeordneten Sperrventilblöcke zur Funktionserfüllung notwendig sind.

Anstelle des Blindstopfens 8 oder des Drosselrückschlagventils 7 kann auch eine Druckwaage 9 angeordnet sein, wodurch der Steuerschieber 19 der Sektion 3 und mithin das gesamte hydraulische Steuersystem 1 sehr flexibel für die Anforderungen der Nutzer konfigurierbar ist.

In einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung weist die für den nicht dargestellten hydraulischen Verbraucher 18 / Ausleger zugehörige Sektion 3 keine zweite Brücke 6.2 auf. Da die hydraulische Versorgung des Zylinders des Ausleger mit einer genügend hohen Priorität in Bezug auf eine Unterversorgung ausgestattet ist, kann diese Sektion 3 auch ohne die erfindungsgemäße zweite Brücke 6.2 ausgebildet werden. Der Zylinder des Auslegers wird zum Heben vorrangig aus den vorhandenen Pumpenkanälen P01 17.1 und P02 17.2 versorgt. Das Senken des Auslegers erfolgt unter Nutzung seines Eigengewichtes und durch einen speziell gestalteten Hohlsteuerschieber, wobei aus

dem Kolbenraum der Zylinder ein Teilvolumenstrom über den Steuerschieber 19 zur Füllung des Ringraumes der Zylinder genutzt wird. Durch diese Regenerativfunktion ist keine Pumpe 5 für den Senkenvorgang notwendig.

Eine ähnlich gestaltete Regenerativfunktion kann auch für die Steuerung des Stielzylinders verwendet werden.

Die Verwendung von Sperrventilen 16 ist optional möglich, wenn z. B. ein ungewolltes Absenken des Auslegers bei längeren Standzeiten durch Leckageverluste des Hydraulikkreises vermieden werden soll. Alternativ können anstelle von Sperrventilen 16 auch Rohrbruchsicherungen verwendet werden, um die erforderlichen Sicherheitsbestimmungen in Bezug auf den Einsatz der Baumaschine als Hebezeug zu erfüllen.

In einer bevorzugten Ausgestaltung der Sektion 6 für den nicht dargestellten hydraulischen Verbraucher 18 / Nackenzylinder der Baumaschine weist die zweite Brücke 6.2 neben einer Druckwaage 9 einen zusätzlichen Blindstopfen 8 auf.

Fig. 3 illustriert eine Detaildarstellung der Sektion 6 des Hauptsteuerblocks 2 in Verbindung mit einem Optionsblock 11 und einem Abschlusselement 14. Signifikante Merkmale der Sektion 6 des Hauptsteuerblocks 2 sind ein Überströmventil 13, ein Hammerventil 12, eine Druckwaage 9, ein Stromregler 27 zur Lastdruckentlastung, ein erster Teil der Wechselventilkette 26 und ein Steuerschieber 19.

Der Optionsblock 11 ist stirnseitig mit dem Hauptsteuerblock 2 verbunden und umfasst einen weiteren Steuerschieber 19, eine Druckwaage 9, die Lastdruckbegrenzung 23 und einen zweiten Teil der Wechselventilkette 26. Das erfindungsgemäße Summierventil 15 ist innerhalb des Abschlusselements 14 angeordnet, welches sich stirnseitig an den Optionsblock 11 anschließt.

Die Verbindung zwischen Hauptsteuerblock 2, Optionsblock 11 und Abschlusselement 14 erfolgt durch jeweils eine Flanschverbindung, die zusätzlich durch druckdichte und temperaturbeständige Dichtungen gesichert sind. Bei gleichzeitigem Einsatz mehrerer Druckwaagen 9, beispielsweise zur Steuerung eines Verbrauchers über einen Optionsblock 11 und eines Verbrauchers über die Sektion 6 des Hauptsteuerblockes 2, erfolgt der Lastdruckvergleich mittels einer Wechselventilkette 26.

Wie bereits vorgetragen, können anflanschbare Optionsblöcke 11 an einer Stirnseite des Hauptsteuerblockes 2 angeordnet werden, um weitere nicht dargestellte hydraulische Verbraucher 18 ohne zusätzlichen Aufwand für die Verschlauchung in das hydraulische Steuersystem 1 zu integrieren. Wie in Fig. 4 illustriert, weist der Optionsblock 11 einen zweiten Brückenkanal 6.2 auf, der gemeinsam mit dem ersten Brückenkanal 6.1 zu einer Ringbrücke 6 ausgebildet ist. Damit weisen auch die Optionsblöcke 11 eine identische Kanalstruktur 17 wie der Hauptsteuerblock 2 auf. Im Strömungspfad des zweiten Brückenkanals 6.2 ist eine Druckwaage 9 angeordnet, die die Verbindung zwischen P2 17.4 und dem zweiten Brückenkanal 6.2 herstellt, um die gewünschte Lastunabhängigkeit des hydraulischen Verbrauchers 18 sicherzustellen. Jeweils auf der Verbraucherseite des Steuerschiebers 19 sind zwei Sekundärdruckbegrenzungsventile 10 angeordnet, die das hydraulische Steuersystem 1 vor unzulässigen äußeren Lastdrücken schützen.

In Figur 5 ist eine Detaildarstellung eines Überströmventils 13 illustriert, das im Hauptsteuerblock 2 angeordnet ist. Das Überströmventil 13 verbindet den Pumpenkanal P2 17.4 und den Pumpenkanal P02 17.2 derart, dass der von nicht dargestellten hydraulischen Verbrauchern 18 in den Optionsblöcken 11 oder von dem hydraulischen Verbraucher der Sektion 6 nicht benötigte Volumenstrom, der durch eine Pumpe 5.2 bereitgestellt wird, beim Erreichen eines



definierten Drucks vom Pumpenkanal P2 17.4 zu dem Pumpenkanal P02 17.2 strömen kann. Das festeingestellte Druckbegrenzungsventil 13.1 als Pilotstufe des Überströmventils 13 realisiert das notwendige Druckniveau im Pumpenkanal P2 17.4, wodurch die prioritäre Versorgung der Anbaugeräte mit Hydraulikfluid gewährleistet wird. Das Pilotventil 13.1 wirkt dazu in vorteilhafter Weise auf die internen Vorsteuerdrücke des Überströmventils 13. Ferner ist ein mit einer zusätzlichen Düse beschalteter Stromregler 27 vorgesehen, der zur Entlastung des hydraulischen Meldekanals insofern beiträgt, dass keine unerwünschten hydraulischen Einspannungen auftreten.

Die Versorgung der hydraulischen Verbraucher 18 des Optionsblockes 11 oder des Verbrauchers in Sektion 6 des Hauptsteuerblockes 2 wird durch den Pumpenkanal P2 17.4 realisiert, währenddessen über den Pumpenkanal P02 17.2 der von diesen Verbrauchern nicht benötigte Hydraulikvolumenstrom an das Gesamtsystem übergeben wird.

Damit steht energetisch auch der von den optionalen Verbrauchern nicht genutzte Restvolumenstrom der Pumpe 5.2 dem Gesamtsystem zur Verfügung. Im Gegensatz dazu kann dann ein steuerbares erfindungsgemäßes Summierventil 15 vorgesehen werden, wenn ein hydraulischer Verbraucher 18 mehr Volumenstrom benötigt als von der Pumpe 5.2 bereitgestellt werden kann. Dabei handelt es sich üblicherweise um Anbaugeräte, die mittels der Steuerschieber 19 vorrangig in den Optionsblöcken 11 durch die Pumpe 5.2 über den Pumpenkanal P2 17.4 mit Hydraulikfluid versorgt werden. Dieses Summierventil 15 ist in dem Abschlusselement 14 des Hauptsteuerblockes 2 angeordnet, wie der Fig. 6 zu entnehmen ist. Hierbei werden die Volumenströme der Pumpenkanäle P1 17.3 und P2 17.4 im Bedarfsfall vereinigt und einem hydraulischen Verbraucher 18 zugeführt. Konstruktiv ist das Summierventil 15 derart ausgebildet, dass der Hydraulikfluidvolumenstrom aus dem Pum-

pumpkanal P1 17.3 in den Pumpkanal P2 17.4 strömt. Der Pumpkanal P1 17.3 weist im Bereich des Abschlusselements 14 dazu ein Rückschlagventil 22 auf, um ein Rückströmen des Hydraulikfluids zu verhindern.

Mit der Anordnung eines steuerbaren Hammerventils 12 im Hauptsteuerblock 2 gemäß Fig. 7 kann auf externe Zusatzventile verzichtet werden, da das im Hammerrücklauf strömende Hydraulikfluid unmittelbar dem Tank und nicht mittelbar über die den Steuerschiebern 19 nachgeschaltete gemeinsame Rücklaufleitung des Hauptsteuerblocks 2 zugeführt wird. Das Hammerventil 12 weist eine Hauptstufe und eine Pilotstufe 12.1 auf, wobei aus Kosten- und Standardisierungsgründen der Ventileinsatz dieser Hauptstufe dem Ventileinsatz der Sperrventile 16 identisch ist. Die Druckabgriffsblende 12.2 ermöglicht einen systeminternen Steuerdruckabgriff für die Pilotstufe 12.1, der zur Steuerdruckentlastung bzw. zur Steuerdruckbeaufschlagung, respektive zum Öffnen bzw. Schließen, der Hauptstufe verwendet wird.

Der Weg des Erfindungsgedankens wird auch dann nicht verlassen, wenn andere als die bei den Sperrventilen 16 eingesetzten Ventileinsätze zur Anwendung kommen.

Die Betätigung der Steuerschieber 19 aller Sektionen 3 sowie der Steuerschieber 19 der Optionsblöcke 11 erfolgen vorzugsweise durch eine elektrohydraulische Vorsteuerung, wobei auch eine herkömmliche hydraulische Vorsteuerung möglich ist.

Mit dem erfindungsgemäßen Hydrauliksystem 1 kann nunmehr eine bedarfsgerechte und flexible Versorgung aller hydraulischen Verbraucher mit dem Hydraulikfluid realisiert werden, wobei zusätzlich durch die Anordnung der Pumpkanäle P1 17.3 und P2 17.4 und des mit ihnen verbundenen zweiten Brückenkanals 6.2, durch Verwendung eines Summierventils 15, eines Über-

- 19 -

strömventils 13 und eines steuerbaren Hammerventils 12 eine energetisch vorteilhafte Betriebsführung ermöglicht wird.

---

## **LISTE DER BEZUGSZEICHEN**

---

- 1     hydraulisches Steuersystem
- 2     Hauptsteuerblock
- 3     Sektionen
  - 3.1   Pumpenseite des Steuerschiebers
  - 3.2   Verbraucherseite des Steuerschiebers
- 4     Hydrauliktank
- 5     Pumpen
  - 5.1   erste Pumpe
  - 5.2   zweite Pumpe
- 6     Ringbrücke
  - 6.1   erster Brückenkanal
  - 6.2   zweiter Brückenkanal
- 7     Drosselrückschlagventil
- 8     Blindstopfen
- 9     Druckwaage
- 10    Sekundärdruckbegrenzungsventile
- 11    Optionsblock
- 12    Hammerventil
  - 12.1   Druckabgriffsblende
  - 12.2   Pilotstufe des Hammerventils
- 13    Überströmventil
  - 13.1   Druckbegrenzungsventil als Pilotstufe
- 14    Abschlusselement
- 15    Summierventil

- 16 Sperrventile
- 17 Pumpenkanäle

---
- 17.1 Pumpenkanal P01
- 17.2 Pumpenkanal P02
- 17.3 Pumpenkanal P1
- 17.4 Pumpenkanal P2
- 18 hydraulischer Verbraucher
- 19 Steuerschieber
- 20 Pumpenleitungen
- 20.1 erste Pumpenleitung PL1
- 20.2 zweite Pumpenleitung PL3
- 21 verbraucherseitige A-B-Steuerkanten
- 22 Rückschlagventil
- 23 Lastdruckentlastung
- 24 Lasthalteventil
- 25 Spiegelachse
- 26 Wechselventilkette
- 27 Stromregler

## PATENTANSPRÜCHE

1.   Hydraulisches Steuersystem (1) für Baumaschinen, insbesondere zur Steuerung von hydraulischen Verbrauchern (18) eines Baggers, mindestens aufweisend einen mehrere Sektionen (3) bildenden Hauptsteuerblock (2) mit darin angeordneten Steuerschiebern (19), einen Hydrauliktank (4) sowie zwei mittels einer ersten Pumpe (5.1) und einer zweiten Pumpe (5.2) mit Druck beaufschlagbar ausgebildete Pumpenkanäle P01 (17.1) und P02 (17.2) zur seriellen Versorgung der hydraulischen Verbraucher (18) mit Hydraulikfluid über die Steuerschieber (19), **dadurch gekennzeichnet, dass** zwei weitere Pumpenkanäle P1 (17.3) und P2 (17.4) vorgesehen sind, die sich in Richtung der Längsachse des Hauptsteuerblocks (2) parallel zu den Pumpenkanälen P01 (17.1) und P02 (17.2) erstrecken und derart ausgelegt sind, um zusätzlich eine Parallelversorgung der hydraulischen Verbraucher (18) mittels der Steuerschieber (3) sicherzustellen.
2.   Hydraulisches Steuersystem (1) für Baumaschinen nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich die Pumpenkanäle P01 (17.1) und P1 (17.3) durch die erste Pumpe (5.1) und die Pumpenkanäle P02 (17.2) und P2 (17.4) durch die zweite Pumpe (5.2) mit Druck beaufschlagbar ausgebildet sind.

3. Hydraulisches Steuersystem (1) für Baumaschinen nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Sektionen (3) einen ersten Brückenkanal (6.1) und gegebenenfalls einen zweiten Brückenkanal (6.2) aufweisen, wobei der erste Brückenkanal (6.1) mittels der Pumpenkanäle P01 (17.1) und P02 (17.2) und der zweite Brückenkanal (6.2) durch die zusätzlichen Pumpenkanäle P1 (17.3) und P2 (17.4) mit Hydraulikfluid versorgt werden.
4. Hydraulisches Steuersystem (1) für Baumaschinen nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass der erste Brückenkanal (6.1) und der zweite Brückenkanal (6.2) miteinander hydraulisch gekoppelt sind und dabei eine Ringbrücke (6) ausbilden.
5. Hydraulisches Steuersystem (1) für Baumaschinen nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Hauptsteuerblock (2) in Richtung seiner Längserstreckung mittels Optionsblöcken (11) zur Funktionserweiterung des hydraulischen Steuersystems (1) erweiterbar ausgebildet ist, wobei diese Optionsblöcke (11) mit den vorhandenen Pumpenkanälen P01 (17.1) und P02 (17.2) sowie an die zusätzlichen Pumpenkanäle P1 (17.3) und P2 (17.4) hydraulisch gekoppelt ausgebildet sind und dass die Optionsblöcke (11) die gleiche Kanalstruktur wie der Hauptsteuerblock (2) aufweisen.
6. Hydraulisches Steuersystem (1) für Baumaschinen nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Optionsblock (11) ein selbsttätiges Überströmventil (13) aufweist, das derart ausgebildet

ist, den mittels der zweiten Pumpe (5.2) über den Pumpenkanal P2 (17.4) bereitgestellten Volumenstrom des Hydraulikfluids, der nicht von einem hydraulischen Verbraucher (18) benötigt wird, dem Pumpenkanal P02 (17.2) zur Verfügung zu stellen.

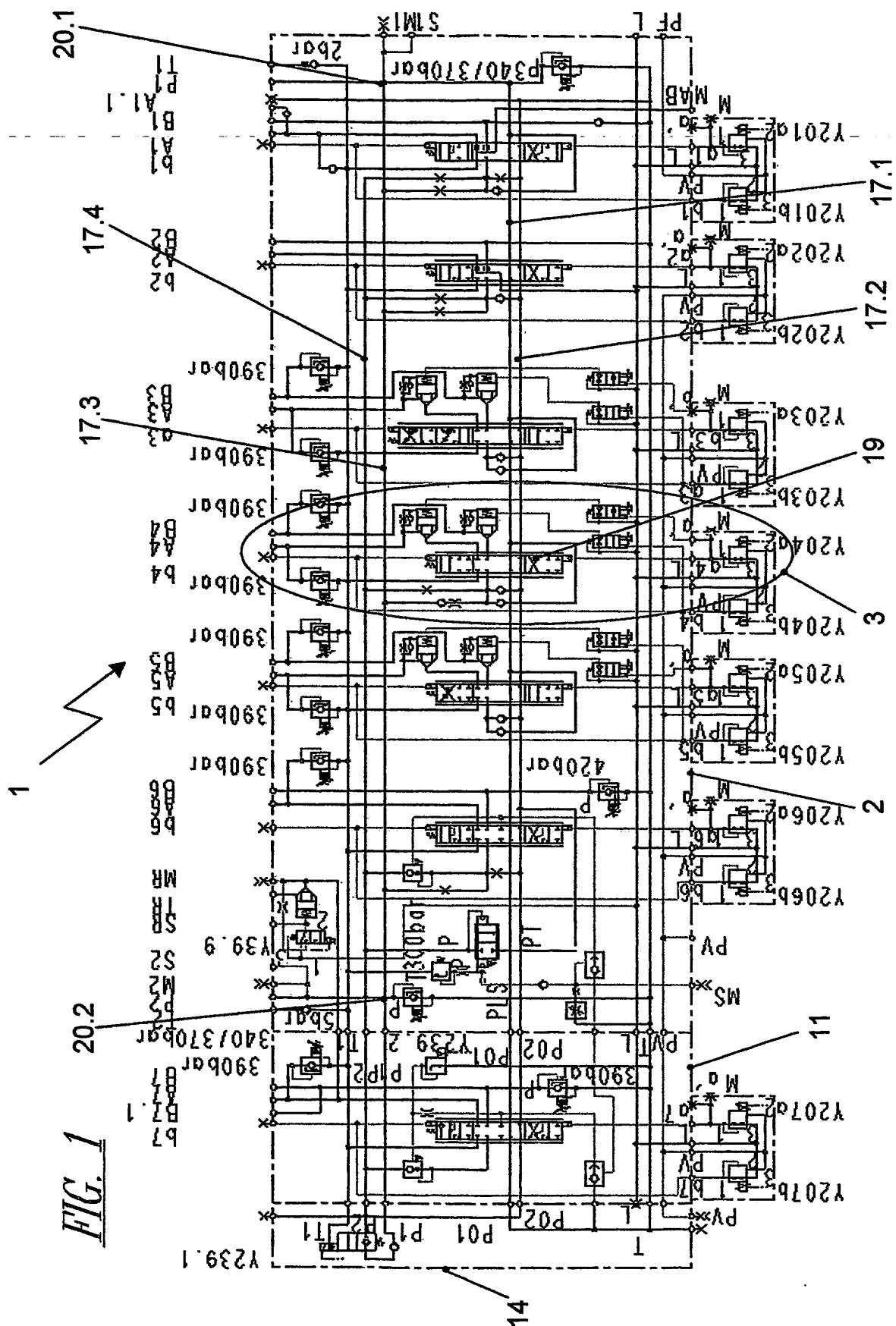
7. Hydraulisches Steuersystem (1) für Baumaschinen nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Hauptsteuerblock (2) an mindestens einer Stirnseite ein Abschlusselement (14) aufweist, in welchem der Pumpenkanal P02 (17.2) und der Pumpenkanal P2 (17.4) miteinander hydraulisch gekoppelt sind.
8. Hydraulisches Steuersystem (1) für Baumaschinen nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Abschlusselement (14) ein steuerbares Summierventil (15) aufweist, das dazu ausgelegt ist, im Bedarfsfall eine Vereinigung von Volumenströmen des in den Pumpenkanälen P1 (17.3) und P2 (17.4) strömenden Hydraulikfluids zu gewährleisten, um diesen vereinigten Volumenstrom einem einzelnen hydraulischen Verbraucher (18) zuzuführen.
9. Hydraulisches Steuersystem (1) für Baumaschinen nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Hauptsteuerblock (2) ein steuerbares Hammerventil (12) mit einer zugehörigen Pilotstufe (12.2) und eine Steuerdruckabgriffsblende (12.1) aufweist, das derart ausgebildet ist, dass das von einem Anbaugerät Hydraulikhammer zurückfließende Hydraulikfluid unmittelbar dem Hydrauliktank (4) nahezu drucklos zugeführt wird.



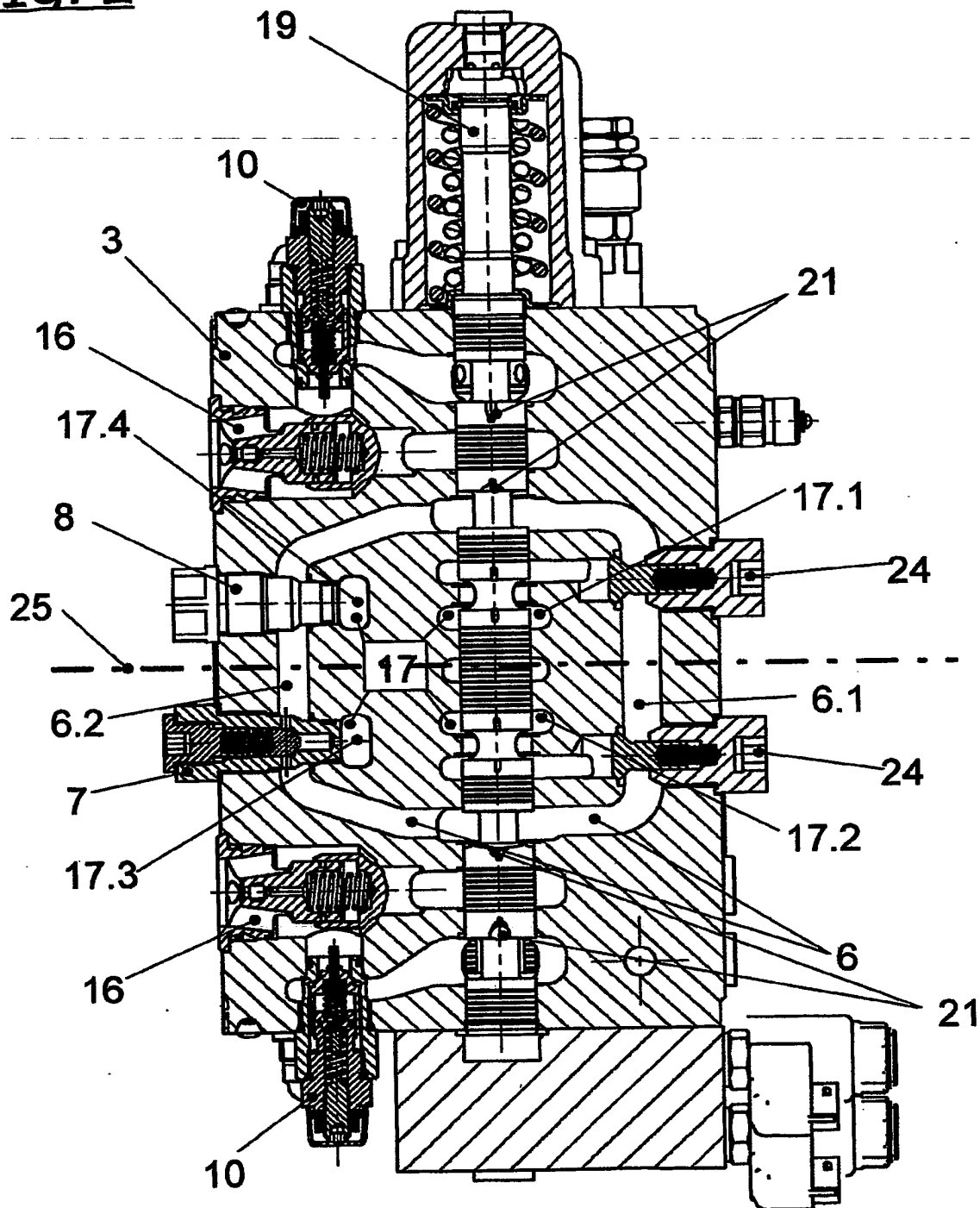
10. Hydraulisches Steuersystem (1) für Baumaschinen nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Hammerventil (12) derart nutzbar ausgebildet ist, um das Anbaugerät Hydraulikhammer entweder mittels des Steuerschiebens (19) der Sektion 6 oder mittels eines Steuerschiebers (19) in den Optionsblöcken 11 zu betreiben.
11. Hydraulisches Steuersystem (1) für Baumaschinen nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Sektion (3) im Bereich des zweiten Brückenkanals (6.2) ein Drosselrückschlagventil (7) und einen Blindstopfen (8) aufweist, wobei das Drosselrückschlagventil (7) derart ausgebildet ist, den Steuerschieber (19) mittels des durch den Pumpenkanal P1 (17.3) bereitgestellten Volumenstrom mit Hydraulikfluid zu versorgen und der Blindstopfen (8) dazu ausgelegt ist, die Verbindung zwischen dem Pumpenkanal P2 (17.4) und dem Steuerschieber (19) hydraulisch zu verschließen.
12. Hydraulisches Steuersystem (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Optionsblock (11) eine steuerbare Druckwaage (9) aufweist, die den Pumpenkanal P2 (17.4) und die zweite Brücke (5.2) miteinander verbindet, wobei die Druckwaage (9) derart ausgebildet ist, um einen zusätzlichen hydraulischen Verbraucher (18) mit einem gewünschten Druck und einen gewünschten Volumenstrom des Hydraulikfluids lastdruckunabhängig zu versorgen.

- 26 -

13. Hydraulisches Steuersystem (1) für Baumaschinen nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass die Sektionen (3) ein Drosselrückschlagventil (7) und/oder einen Blindstopfen (8) und/oder eine Druckwaage (9) und/oder weitere hydraulische Steuerelemente aufweisen.**



**FIG. 1**

FIG. 2

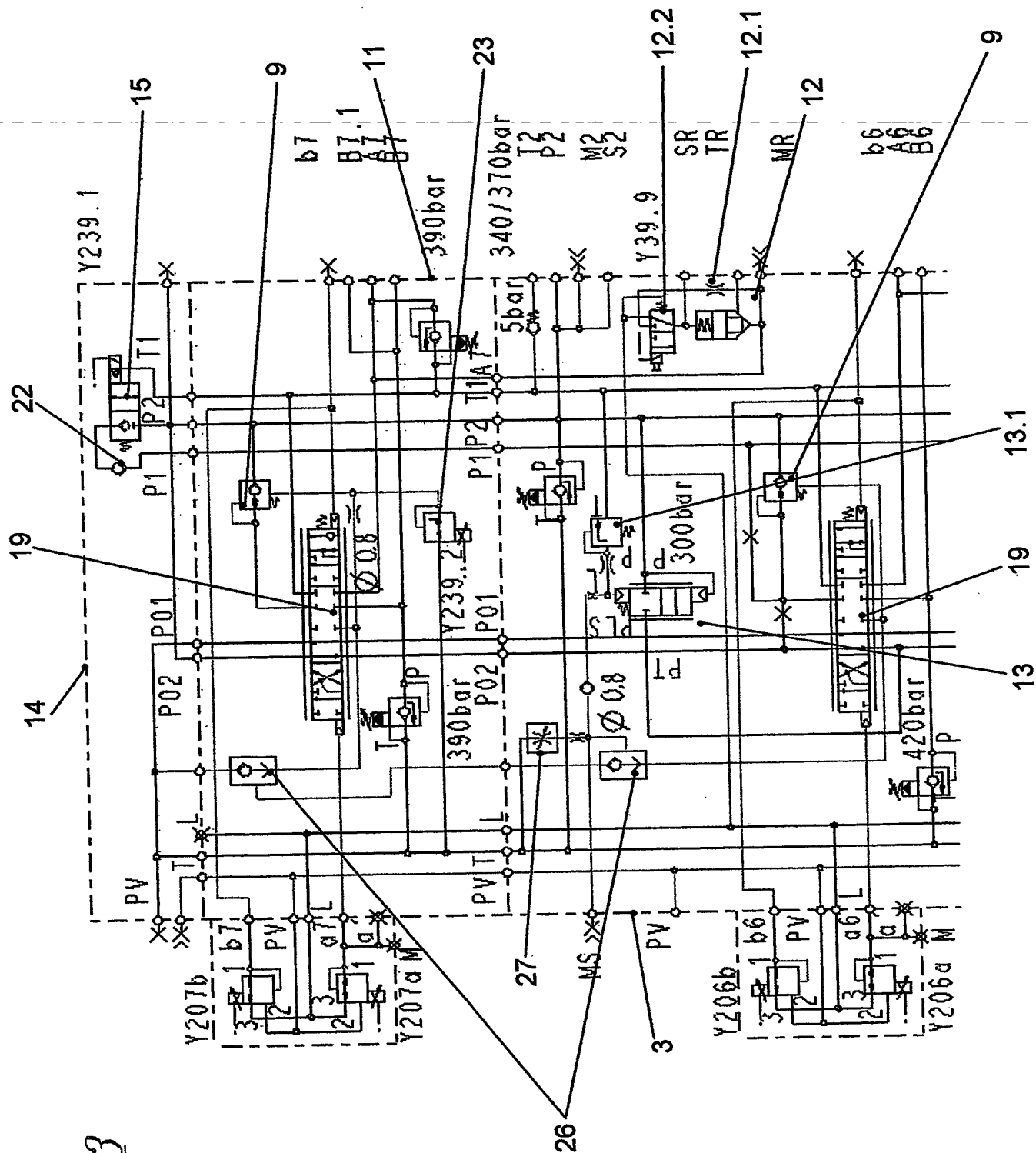
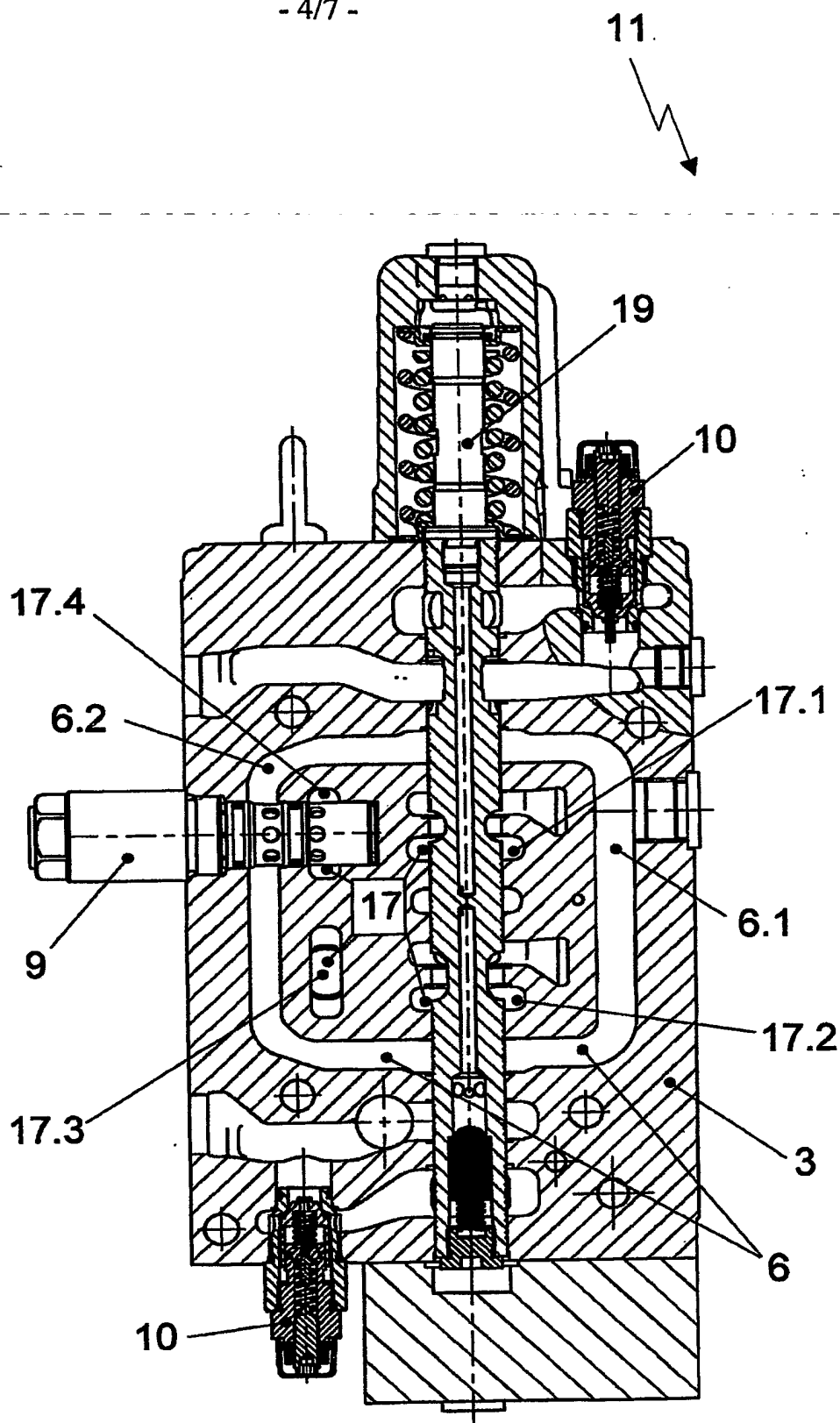


FIG. 4

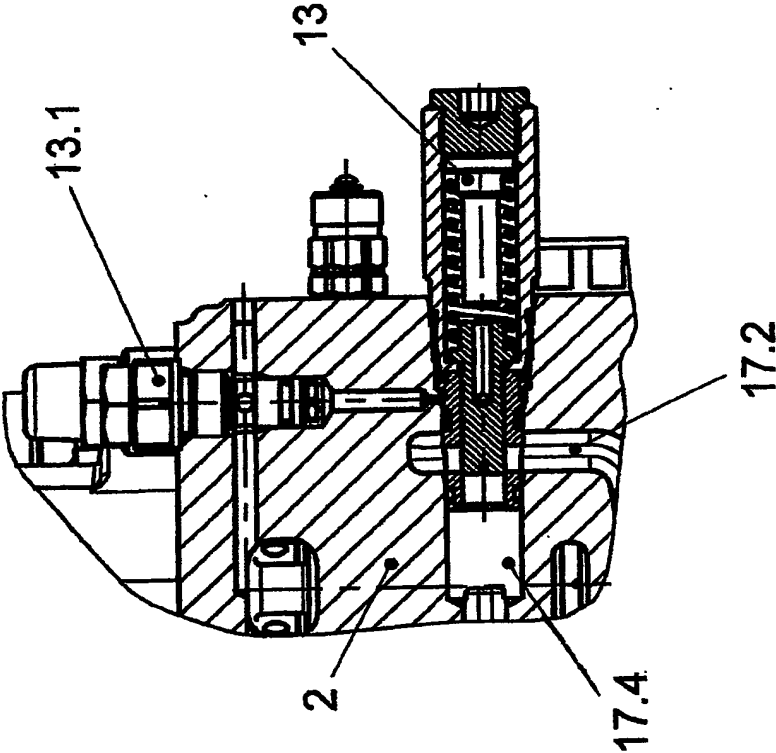


FIG. 5

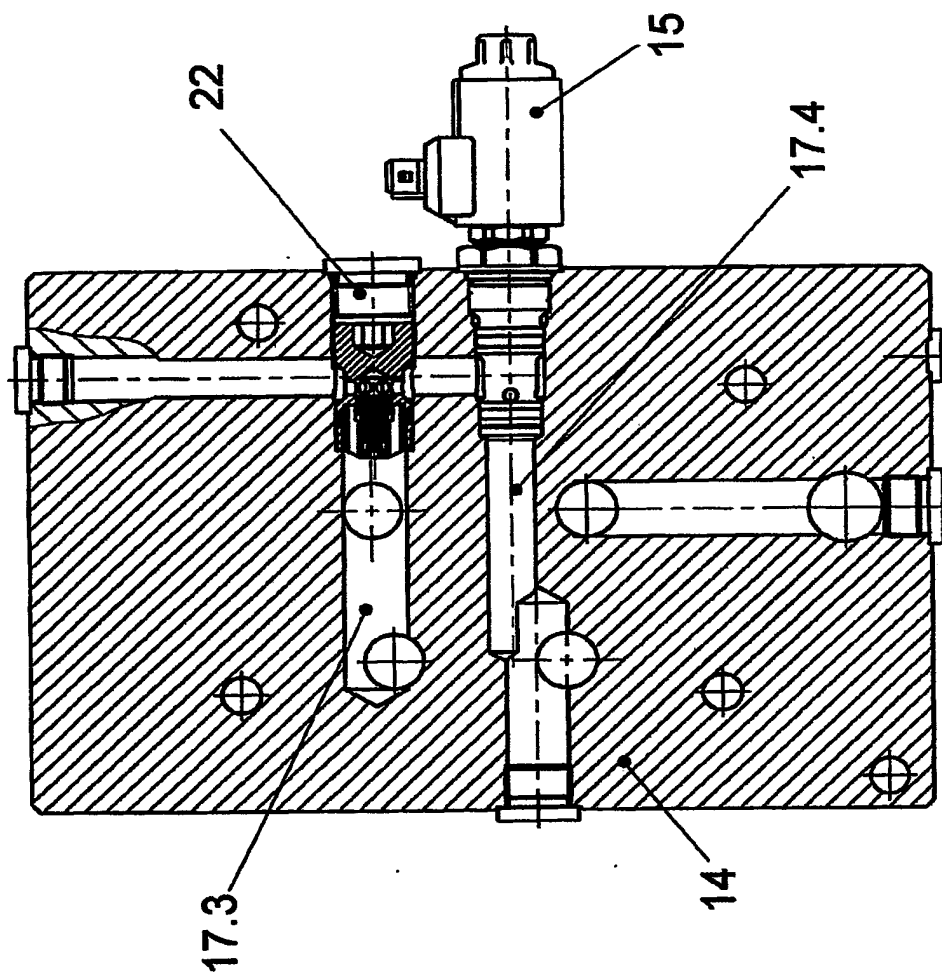


FIG. 6



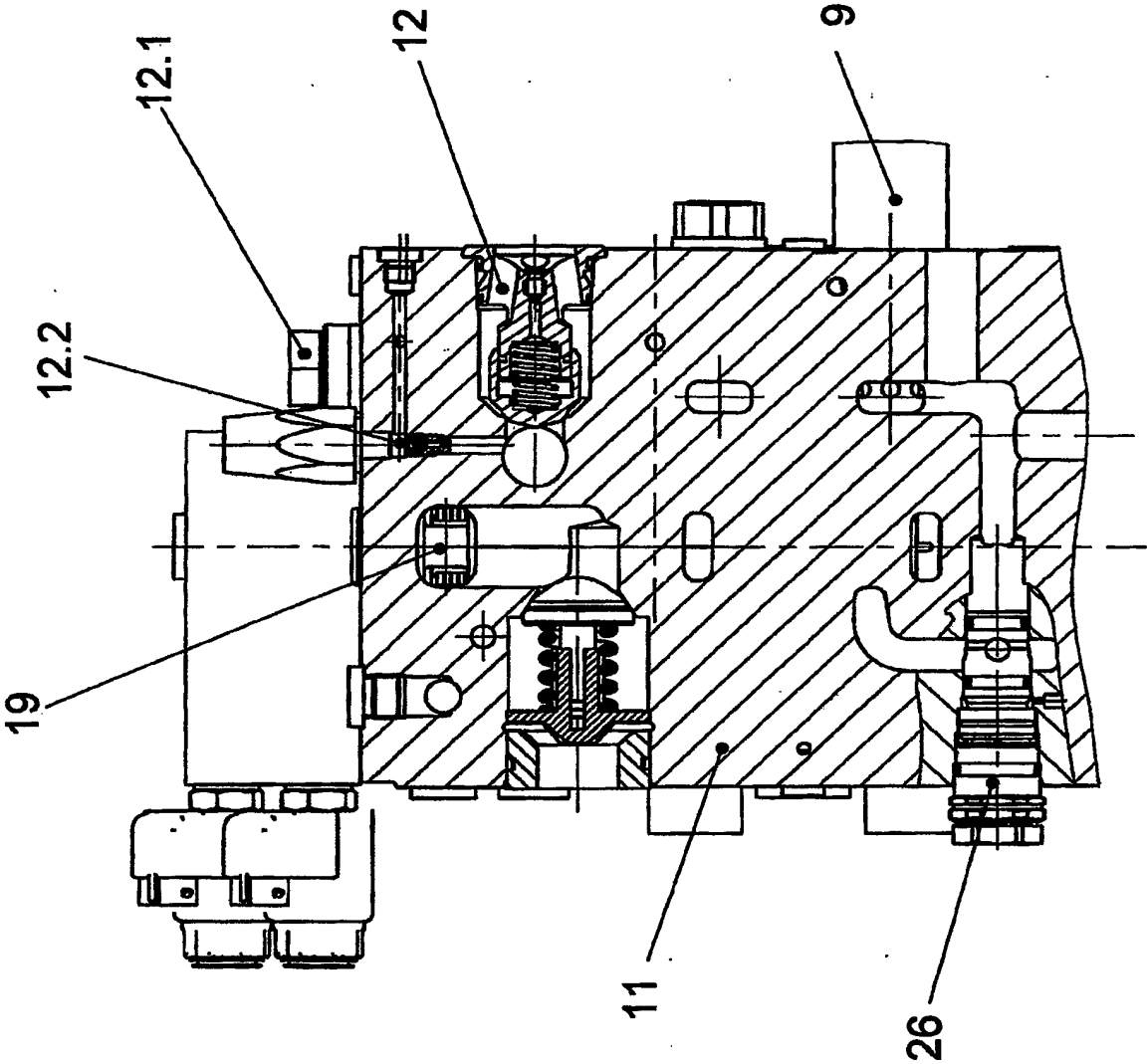


FIG. 7